

“Forecasting”: nova ferramenta à disposição da administração científica e tecnológica

ÍNDICE:

INTRODUÇÃO

TRANSIÇÃO PARA A ERA DA INFORMAÇÃO

FORECASTING: NOVA FERRAMENTA TECNOLÓGICA

IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE **FORECASTING**

OBSERVAÇÕES FINAIS

Wainer da Silveira e Silva

Professor Adjunto
de Engenharia de
Telecomunicações da Universidade
Federal Fluminense e
Consultor da Divisão
de Planejamento da EMBRATEL.

AGRADECIMENTO

O autor agradece a participação e o apoio do Prof. Jorge Rodrigues de Mendonça Fróes, chefe do Departamento de Engenharia de Telecomunicações-TET da Universidade Federal Fluminense, para que este trabalho pudesse ser realizado.

INTRODUÇÃO

A direção de empresas norte-americanas e européias já faz uso de uma nova e eficiente ferramenta à disposição de seus executivos, apresentando resultados promissores. Tal ferramenta, conhecida como **forecasting** nos meios empresariais que dela já se beneficiam, seria de importância fundamental para países em fase de industrialização, pois, além de possibilitar a transposição de etapas, poderá ainda evitar prejuízos com projetos desnecessários ou defasados no tempo. Assim, este trabalho apresentará as técnicas básicas de **forecasting**, focalizando seu uso para a indústria e serviços de Teleinformática.

Inicialmente, definiremos o conceito de **orgware**, explicitando sua importância na transição da sociedade industrial para a sociedade pós-industrial frente à dinâmica do processo tecnológico. Em seguida, as técnicas básicas de **forecasting**, parte integrante de **orgware**, serão descritas, ressaltando-se as vantagens de sua aplicação para manter a competitividade e flexibilidade das empresas de tecnologia avançada constantemente submetidas a mudanças rápidas de produtos e processos.

Finalmente, apresentaremos opções para empresas que desejam se beneficiar das técnicas de **forecasting**, enfatizando a opção que tem se revelado como a mais viável e mais usada em países onde **forecasting** tem sido amplamente aplicado. Apresentaremos ainda, fluxograma básico para utilização das técnicas de **forecasting** em uma empresa de informática. Tais técnicas têm grande aplicação na área em questão devido à dinâmica com que a engenharia de telecomunicações e a indústria de computadores se modificam. Sua eficiência e importância para administradores e executivos que precisam acompanhar o avanço das novas tecnologias serão discutidas neste trabalho.

TRANSIÇÃO PARA A ERA DA INFORMAÇÃO

A sociedade do século XX vem sofrendo profundas transformações devido aos avanços tecnológicos que a ela se apresentam. Tais avanços, embora presentes em todas as áreas de conhecimento têm gerado forte impacto em Teleinformática devido ao acoplamento da indústria de computadores com a engenharia de telecomunicações. Estes avanços e transformações fazem parte de uma transição mais profunda que é a passagem da sociedade industrial para a sociedade da informação ou sociedade pós-industrial, como é conhecida na literatura (Masuda, 1980; Toffler, 1980). Transição esta que não anula ou diminui a importância da atividade industrial, mas simplesmente faz um realocamento da indústria para um plano de menor relevância em comparação com a atividade de processamento e distribuição de informação.

Transição semelhante já ocorrera na sociedade anteriormente, quando a agricultura cedeu lugar à indústria, não acarretando o desaparecimento da atividade agrícola na era industrial. Entretanto, industrializar-se passou a ser objetivo principal das nações de modo a poderem ocupar e prover seus cidadãos com

produtos industrializados. Assim, industrialização tem sido um objetivo perseguido por países onde a atividade agrícola ainda predomina, tornando-se o principal ponto de referência para medir-se o nível de desenvolvimento nos países do mundo. Países desenvolvidos são aqueles que já se industrializaram; países em desenvolvimento são os que se encontram em fase de industrialização; sendo considerados subdesenvolvidos, aqueles países onde não foi possível melhorar as condições de vida da população de um modo estável e permanente, o que só tem ocorrido através da industrialização.

Assim como a industrialização veio se estender sobre a agricultura mecanizando os métodos de produção agrícola e liberando mão-de-obra para a indústria, também a informação tende a estender-se sobre a indústria automatizando as fábricas e liberando mão-de-obra para serviços de troca ou processamento de informações. Esta tendência na sociedade de informação pode ser observada nos Estados Unidos que, a partir de 1975, já contavam com mais de 50% de sua mão-de-obra alocada para atividades de informação. No Brasil, embora país ainda não totalmente industrializado, já vemos acelerado ritmo de crescimento nas indústrias e serviços relacionados à informação devido à dinamicidade prevalente na área.

Dinâmica da Tecnologia da Sociedade de Informação

A dinâmica da tecnologia responsável pela sociedade da informação (ou das sociedades que caminham neste sentido) apoia-se em um tripé com partes interligadas: **hardware**, **software** e **orgware** (Chen, 1984; Dobrov, 1977). Sendo **hardware**, tudo aquilo que se relaciona com as principais máquinas e instrumentos de armazenamento, processamento, transmissão e distribuição de informação, como computadores e circuitos de comunicação. **Software** envolve tudo que se relaciona com os métodos de processamento e transmissão destas informações como, por exemplo, programas de computador e protocolos de comunicação. Enquanto que **orgware** refere-se a tudo que se relaciona com a organização de pessoal e equipamentos para otimizar a utilização máxima de **hardware** e **software** a fim de que melhores resultados da tecnologia sejam obtidos.

Esses três elementos básicos do tripé no qual se baseiam as organizações pós-industriais, podem ser vistos por outro aspecto:

- hardware** - equipamento ou ferramenta visando melhorar a capacidade humana de arquivar e processar informações;
- software** - métodos de tirar maior proveito do **hardware** - quanto melhor o **software**, maior proveito poderá ser tirado do mesmo **hardware**;
- orgware** - métodos para tirar maior proveito do **software** e do **hardware** - Quanto melhor o **orgware**, maior proveito poderá ser tirado do mesmo **software** e **hardware**.

Ressaltamos ainda que **hardware** é inútil sem **software**, e **software** e **hardware** são inúteis sem **orgware**.

Vemos que em ciência e tecnologia, **orgware** é algo de grande importância, e que é composto de uma série de diferentes técnicas organizacionais que aprimoram o desempenho das organizações em geral e ainda que é essencial para as organizações da sociedade de informação ou Pós-industrial. Durante o período de transição entre a sociedade industrial e pós-industrial, várias organizações serão incapazes de se moldarem sem atropelo. Muitas delas serão exterminadas devido à incapacidade de adaptarem-se a tais modificações como já ocorreu com empresas dos Estados Unidos, produtoras de válvulas, que deixaram de perceber a importância da análise e previsão tecnológica, não suportando assim a concorrência, uma vez que os avanços na área de semicondutores acabaram com a utilização e aplicação de suas válvulas. Outras empresas, líderes de produção de transistores e diodos não previram o avanço tecnológico dos elementos ativos para circuitos integrados e tiveram a mesma sorte (Tilton 1971). Assim, o desenvolvimento de sistemas eficazes de **orgware** (*) torna-se fator fundamental para as organizações de ciência e tecnologia almejando passar pela transição de sociedade industrial para a sociedade pós-industrial com sucesso. Para tanto, apresenta-se uma nova ferramenta de **orgware** conhecida como **forecasting**.

FORECASTING: NOVA FERRAMENTA TECNOLÓGICA

Technology Forecasting é uma técnica originalmente desenvolvida nos Estados Unidos com o objetivo de prever possíveis e prováveis desdobramentos tecnológicos. Surgiu devido ao aumento dos investimentos empresariais em pesquisa industrial e ao ritmo acelerado do desenvolvimento tecnológico que tal país já atingiu nos anos da década de 1960. Condições aquelas que tornavam proibitivo deixar que decisões gerenciais envolvendo tecnologia fossem deixadas ao acaso da sorte. Fêz-se necessário prever as tendências tecnológicas e preparar-se para enfrentar a concorrência. Desde então, **forecasting** vem sendo utilizado com sucesso por empresas norte-americanas e até mesmo pelo governo dos Estados Unidos para nortear sua política interna e externa (**US Government Printing Office 1981**). Algumas universidades do país em questão, já mantêm programas de pós-graduação específicos para preparação de especialistas em **forecasting**.

Forecasting, como o próprio nome indica, significa previsão. Refere-se ao conjunto de técnicas que, analisando situações passadas e tendências atuais, considerando condições externas e relações cruzadas, permite prever-se o desenvolvimento futuro provável de condições sociais e tecnológicas. Cabe-nos ressaltar aqui que não se obtém uma previsão infalível do

futuro, mas sim as possibilidades de condições que têm maior probabilidade de ocorrer. Sua finalidade primordial não é prever exatamente o que ocorrerá no futuro, pois isto seria humanamente impossível, mas evidenciar as possíveis consequências futuras de desenvolvimentos e tendências diversas atuais. Através de técnicas e análise sistemática dos fatores disponíveis, são descobertas modificações e tendências que de outra forma, poderiam passar despercebidas. Ou seja, as técnicas de **forecasting** possibilitam uso mais eficiente das informações, através de seu aproveitamento máximo. Informações estas que, muitas vezes obscuras e dispersas, poderiam deixar de ser detectadas não fosse a observação cuidadosa daqueles pesquisadores treinados para este objetivo.

Técnicas de Forecasting

As técnicas de **forecasting** são inúmeras. Algumas mais eficientes que outras, dependendo da aplicação específica e do problema que se esteja analisando. Basicamente podem ser agrupadas em quatro tipos, embora haja uma superposição de tais grupamentos: qualitativas, quantitativas, séries temporais e probabilidades. Passaremos agora à definição de cada um desses grupos, apresentando as técnicas básicas para cada um deles. Gostaríamos de ressaltar que seria impossível apresentar todas as técnicas disponíveis, bem como descer a níveis de detalhes técnicos específicos para aquelas aqui apresentadas.

Técnicas qualitativas

Técnicas qualitativas são aquelas aplicadas a um estágio inicial de **forecasting**, uma vez que têm por objetivo principal determinar desdobramentos viáveis da tecnologia sem a tentativa de quantificar aspecto algum de tais desdobramentos. Por exemplo, considerando que a maioria das casas no Brasil possui aparelhos de televisão, e que um número elevado destes aparelhos é utilizado como vídeo para computadores domésticos e, ainda, que já existe uma rede de computadores que pode ser interligada por telefone (Rempac 1984), podemos prever a interligação destas três tecnologias (televisão, computador, telefone) para interligar sistemas de videotexto. Além de permitir ao usuário informar-se dos **shows** em cartaz, preços de passagem e ainda preços de artigos disponíveis para compra em diversas lojas, permitirá também através da automação do sistema bancário que a aquisição de bens, compra de passagens e ingressos para **shows** seja feita eletronicamente através da transferência de fundos diretamente da conta bancária do consumidor para a do vendedor.

O exemplo acima, com a finalidade principal de esclarecer que **forecasting** qualitativo é praticamente intuitivo, não necessitando de nenhuma técnica

(*) Alguns exemplos de **orgware** desenvolvidos em trabalhos publicados pelo autor incluem as seguintes técnicas:

- ISM - **Interpretive Structural Modeling**: "The Microelectronic Industry: Analysis and Development of Structural Models"
- MIS - **Management of Information Systems**: "Managing Technology in the Eighties"
- SE - **Systems Engineering**: "On Developing the Microelectronic Industry: A Systems Approach"
- TT - **Technology Transfer**: "On Transferring Microelectronic Technology: Brazil's Case"
- C²T - **Communication and Computing Technologies**: "TELEINFORMÁTICA - Indústria de Computadores VS: Engenharia de Telecomunicações"

ca especial. Para casos complexos, entretanto, são utilizadas técnicas específicas diversas como **Ideawriting**, Analogias e Morfologia, entre outras.

Ideawriting: é um método prático e eficiente que tem por objetivo gerar idéias de possíveis desdobramentos tecnológicos através da comunicação direta e intensiva entre membros integrantes de um grupo de pessoas selecionadas para participarem da sessão em questão. Esta metodologia, descrita por House (1979) & Warfield (1976), consiste basicamente do desenvolvimento e comunicação de idéias por escrito. No anexo I, reproduzimos um exemplo apresentado por House (1982) que ilustra as instruções utilizadas em uma sessão típica de **Ideawriting**. As vantagens desta técnica são muitas. Entre elas, ressaltamos a vantagem referente à facilidade de expressão verbal que em geral, alguns técnicos e gerentes, embora demonstrem excelência em seu trabalho e conhecimento, têm dificuldade de expressar verbalmente suas idéias com clareza e tendem a omitir suas opiniões quando em grupo. **Ideawriting** prima pela comunicação igualitária entre todos, evitando que alguns sejam obscurecidos por colegas mais fluentes que, muitas vezes dominam reuniões apesar de não serem tão talentosos ou eficientes (Silva, 1983).

Analogia: é um método qualitativo de **forecasting** que foi muito bem definido por O'Connor (1971): "Uma analogia é um pensamento intuitivo ou uma seqüência de pensamentos intuitivos a respeito de dois ou mais elementos que têm similaridades baseadas em um fator-chave de identificação entre

eles" O melhor exemplo de analogia em eletrônica ou informática é o do transistor, envisioned pelo Diretor Técnico do Bell Laboratories, Dr. Mervin J. Kelly, em 1936, quando não existia nenhuma idéia sobre o tal dispositivo. Naquela época, ele ressaltou para William Shockley, que viria a ser um dos inventores do transistor, o fato de que os relés mecânicos usados em comutação telefônica teriam que ser, algum dia, substituídos por conexões eletrônicas devido à crescente complexidade do sistema telefônico (Mahon, 1975). Em 1956, discursando quando recebia o Prêmio Nobel, Shockley disse: "A orientação do Dr. Kelly fez com que eu ficasse sempre alerta para possíveis aplicações de efeito de estado sólido em problemas de comutação telefônica" (Wolff, 1983). É evidente a analogia procurada pelo Dr. Kelly entre os relés mecânicos tipo **on-off** e um elemento análogo de estado sólido que deveria ser pesquisado para desempenhar a mesma função. As analogias, inicialmente, são casuais, ou seja, parece existir alguma semelhança. Através de um estudo mais profundo então, é possível chegar-se a analogias formais que irão emergir após cuidadosa análise das características principais da analogia casual.

Morfologia: este método consiste do desenvolvimento de uma matriz morfológica bidimensional que permite relacionar um número elevado de possibilidades. Um exemplo simplificado das tecnologias para relógios apresentadas por Boesch (1973) é o suficiente para mostrar as bases do processo.

MATRIZ MORFOLÓGICA

ALTERNATIVAS		1	2	3	4	5
PARÂMETROS						
FONTE DE ENERGIA	A	Corda Manual	Vibração	Expansão de Enrolamento	Energia Hidráulica	Energia de Rede
ARMAZENAM ENERGIA	B	Peso	Enrolamento por Mola	Bobina Bi-metálica	Acumuladores Elétricos	Não Armazenam
MOTOR	C	Mola Distendida	Motor elétrico	Motor Hidráulico		
REGULADOR	D	Balancim	Pêndulo de Torção em Armadura	Impulsos Elétricos	Contato Elétrico	
INDICADOR	E	Ponteiros Móveis	Discos Girantes e Janela	Páginas Girantes	Iluminação de Cristal Líquido	

A matriz morfológica acima permite alternativas diversas, que resultam em tipos completamente diferentes de relógios, de acordo com as combinações possíveis que neste caso simples são da ordem de $5^5 = 3125$. Das 3125 combinações possíveis, as três abaixo referem-se a dispositivos conhecidos atualmente:

Relógio de Pulso Simples - A1 - B2 C1 - D1 - E1
 Relógios de Parede Antigo A1' B1 C1 D2 - E1
 Relógio Público Moderno - A5 B4 - D4 E3/E4

Das 3122 opções restantes, a maioria delas é impraticável, mas a matriz morfológica permite que todas as opções possíveis sejam colocadas à disposição dos pesquisadores.

Ainda para a utilização de matrizes morfológicas, usamos submatrizes para parâmetros mais importantes, quando estes indicam sistemas dignos de pesquisa mais detalhada. Grande número de permutações pode ser eliminado por sua incompatibilidade

de natural ou impossibilidade física. O valor da matriz reside na facilidade de permitir o exame de combinações tecnológicas gerando alternativas que, normalmente fugiram à percepção dos analistas.

técnicas quantitativas

Técnicas quantitativas de **forecasting** vão além do que já foi previsto qualitativamente, procurando definir o nível de atividade, medindo-o em termos quantitativos. Sua parte mais importante é a escolha e definição de parâmetros. Parâmetros serão atributos ou propriedades específicas da tecnologia que queremos quantificar, e que permitam uma comparação inequívoca entre tecnologias antigas e novas.

Árvore de Relevância: é considerada a mais importante técnica quantitativa, podendo ser utilizada em dois tipos de planejamento distintos: **top-down planning** e **bottom-up planning**. O primeiro baseia-se na existência de um objetivo definido onde as etapas possíveis para atingi-lo serão quantificadas de acordo com pesos estabelecidos conforme sua probabilidade e importância. Como exemplo, podemos considerar a necessidade de desenvolver impressoras de baixo custo compatíveis com computadores pessoais da linha Sinclair que seria um objetivo perseguido por empresas brasileiras devido ao grande mercado potencial para este tipo de impressora. Vários caminhos poderiam ser tomados para atingir tal objetivo. Estes caminhos apresentariam diferentes níveis de dificuldade e de probabilidade de sucesso. Entretanto, estas probabilidades e dificuldades poderiam ser quantificadas e distribuídas em uma **relevance tree** (árvore de relevância) que indicaria caminhos relevantes e não relevantes para chegar-se ao objetivo final. Aquelas empresas que utilizarem um planejamento adequado de análise similar a este, terão certamente uma chance maior de chegarem ao objetivo final com maior antecedência, utilizando uma sequência mais favorável em termos de dificuldades e probabilidade de sucesso, do que outras que tentarem o mesmo objetivo sem o apoio de técnicas avançadas de **forecasting**. Enquanto que o segundo, **bottom-up planning**, parte das condições existentes e/ou tecnologias disponíveis num crescendo, a fim de estabelecer um objetivo que use eficientemente tais condições e recursos. Nesta técnica, todas as condições e/ou tecnologias possíveis serão quantificadas de acordo com pesos estabelecidos conforme sua importância relativa. As várias contribuições que podem advir de tal quantificação indicarão o objetivo a ser perseguido para a obtenção de melhor resultado onde seja maximizada a utilização conjunta dos fatores (condições e/ou tecnologias disponíveis).

Séries de tempo

As séries de tempo procuram definir também as épocas prováveis em que determinados eventos poderão ocorrer. Em geral, são baseadas em extrapolações temporais criteriosas de modo a permitir o relacionamento de tendências atuais que sejam continuidade de acontecimentos passados e que deverão se estender pelo futuro.

Extrapolações: estas técnicas aplicam-se com

grande precisão à área de eletrônica e informática, pois nelas a evolução se faz muito rapidamente, havendo pouca margem para um **breakthrough**. Tal situação tem ocorrido continuamente desde que as tecnologias mencionadas passaram das válvulas eletrônicas para a eletrônica de estado sólido. Isto se confirmou na famosa extrapolação temporal da microeletrônica, conhecida como "Lei de Moore". Em 1964, tendo observado que desde a produção dos primeiros transistores com tecnologia planar em 1959, o número de elementos em circuitos integrados havia dobrado continuamente, a cada ano, o Dr. Gordon E. Moore, na época Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento da Fairchild, previu o futuro aumento de complexidade de circuitos integrados, continuando a dobrar a cada ano (Mahon, 1975).

Com pequenas variações, a técnica atual consiste de várias etapas: primeiramente, escolhe-se o parâmetro apropriado para medir a evolução da tecnologia sendo analisada; coletam-se os dados históricos referentes ao parâmetro escolhido por um período tão longo quanto possível para que se possa plotar os dados graficamente, traça-se uma curva e, finalmente, extrapola-se a curva no futuro. É importante ressaltarmos, entretanto, que embora as curvas possam apresentar um comportamento em geral exponencial crescente ou decrescente, isto descreverá uma parte apenas do comportamento futuro, uma vez que espera-se que a razão de variação diminua em um limite natural no futuro, tomando a forma de curva em S.

Modelos Dinâmicos: uma última técnica envolvendo tempos, e que merece ser mencionada é a de modelos dinâmicos (**Dynamic Modeling**) que consiste das seguintes etapas:

- definir os elementos do sistema;
- encontrar a influência de uns elementos sobre outros;
- determinar os parâmetros pelos quais esta influência pode ser medida;
- expressar o relacionamento entre estes parâmetros matematicamente ou sob forma gráfica, ou ambos;
- elaborar um programa em computador simulando o modelo, quando aplicável;
- validar o modelo; e
- definir o âmbito de aplicação e a utilização do modelo.

Exemplos destas técnicas podem ser encontrados na literatura, sendo bastante conhecidos os trabalhos de Forrester no MIT, **Industrial Dynamics** (Forrester, 1961), e de Meadows, **Limits to Growth** (Meadows, 1972). Na área de microeletrônica, o autor desenvolveu Modelos Estruturados para análise em sua tese de Doutorado, **The Microelectronics Industry: Analysis and development of Structural Models** (Silva, 1983 B). Para o caso de relações binárias específicas envolvendo parâmetros como recursos humanos, capital e materiais tecnológicos, podemos citar **A Structural Model for the Development of the Microelectronics Industry** (Silva, 1984 F).

técnicas de probabilidade

Técnicas de probabilidade são aquelas que envolvem cálculos probabilísticos com objetivo de

avaliar a viabilidade das ocorrências previstas. Mencionaremos as duas principais técnicas de probabilidade: **Delphi** e Análise de Impacto Cruzado (**Cross-Impact Analysis**).

Delphi: esta técnica é amplamente difundida na literatura (Linstone e Turoff, 1975; Martino, 1972; Derian, 1973), consistindo da utilização de opinião de especialistas na área a ser estudada, através de questionários submetidos aos mesmos especialistas em várias rodadas (**rounds**), apresentando as comparações entre opiniões diversas e solicitando revisão e aprimoramento das avaliações frente às razões apresentadas pelos diversos especialistas. A importância e eficácia desta técnica depende principalmente da preparação criteriosa dos questionários, que não podem conter questões ambíguas ou que dêem margem a mais de uma interpretação, ou ainda que em alguns aspectos, deixem abertura para interpretações não idênticas por diferentes especialistas participando do projeto. Também a escolha dos participantes é de fundamental importância, exigindo dos pesquisadores, uma análise ultra-criteriosa na seleção daqueles. É importante ressaltar ainda que devido à simplicidade da metodologia, é preciso resguardar-se da tendência de recorrer-se de antemão a esta técnica em situações onde resultados mais precisos de **forecasting** poderiam ser obtidos, usando outras técnicas, que exijam parcela maior de trabalho intelectual próprio, ao invés de lançar mão de especialistas externos.

Cross - Impact Analysis: A análise de impacto cruzado consiste de refinamento da técnica Delphi, procurando-se analisar o inter-relacionamento de condições previstas para o futuro de modo a antecipar-se a inter-relação entre elas.

IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE FORECASTING

Como vimos na seção anterior, no início do desenvolvimento da eletrônica, as ocasiões de ocorrência de **forecasting** eram relativamente raras e partiam da visão ou antevisão de mentes privilegiadas, como nos casos do Dr. Kelly e do Dr. Moore, cujos **forecastings** exerceram influência positiva sobre a liderança de empresas como Bell Telephone e a Fairchild, em seus campos de ação. Atualmente, as empresas buscam estes mesmos resultados e previsões, porém não mais através de líderes tecnológicos como os mencionados acima, que acontecem em casos isolados, mas através de equipes de pessoas comuns especialmente treinadas em técnicas de **forecasting**.

De um modo geral, as empresas podem ter acesso às técnicas de **forecasting** para orientar seus administradores no desenvolvimento de planejamento estratégico envolvendo decisões a médio e longo prazo através de três opções:

- contratação de especialista externo em **forecasting** para auxiliar nas tarefas de explorar, definir e analisar problemas atuais e futuros aplicando as técnicas de **forecasting**;
- contratação de especialista externo em **forecasting** para treinar equipe de seu quadro de pessoal, orientando-os para o desempenho das tarefas de

explorar, definir e analisar problemas atuais e futuros aplicando as técnicas de **forecasting**; e

- treinamento externo de equipe de seu quadro de pessoal para o desempenho das tarefas de explorar, definir e analisar problemas atuais e futuros aplicando as técnicas de **forecasting**.

Na primeira opção, a empresa pode estar certa de contar com especialista altamente preparado, uma vez poder buscá-lo em qualquer parte do mundo. O custo é relativamente baixo, comparando-se com as outras duas opções. Cabe ressaltar, entretanto, que especialistas em **forecasting** podem estar alheios a muitos fatores envolvendo a área específica da empresa. Um elemento contratado para abordar um estudo específico de **forecasting** tecnológico, levará algum tempo para entender, ou mais claramente, descobrir fatores não diretamente ligados a sua área de atuação, mas que teriam influência nos resultados da pesquisa. Uma vez que o tempo é um fator muito importante para o sucesso das empresas lançando mão de **forecasting**, este problema constitui uma barreira para o alcance de objetivos e soluções em um tempo viável.

Na terceira opção, pelo contrário, o treinamento de elementos internos da empresa trará uma grande vantagem uma vez que proporcionará capacidade à equipe do quadro de pessoal da empresa para definir os problemas e fatores mais importantes para consideração durante as aplicações de **forecasting** lideradas por eles mesmos. Na realidade, mesmo durante seu treinamento, tais indivíduos já iniciarão a aplicação das técnicas aos problemas da empresa em questão. Não há dúvida de que, uma vez concluído o treinamento, a empresa contará com uma equipe de técnicos especializados em **forecasting**, preenchendo as necessidades da organização. Entretanto, também esta opção apresenta alguns problemas sérios. Em geral, o treinamento de uma equipe não pode ser desenvolvido na mesma cidade onde a empresa desenvolve suas atividades, e na maioria das vezes, nem no mesmo país, uma vez que ainda são poucos os centros ou instituições que oferecem serviços nesta área, havendo ainda limitação básica em termos de tempo. Estudo e treinamento em técnicas de **forecasting** são complexos e não poderiam, em hipótese alguma, ser efetuados em período inferior a 12 meses, considerando-se tempo integralmente dedicado ao aperfeiçoamento. Assim, o alto custo envolvido e o fato de que, em geral, a empresa não pode dispor de seus melhores elementos por período prolongado, fazem com que esta opção torne-se inviável na maioria dos casos.

A segunda opção é um meio termo entre as duas outras. Tem sido constantemente utilizada por empresas americanas de tecnologia avançada que necessitam de aplicação imediata de técnicas de **forecasting** para enfrentar a competição acirrada dentro e fora do país. A contratação de especialista externo em **forecasting** para treinar equipe de seu quadro de pessoal apresenta a vantagem de fazer uso de seu próprio pessoal, que poderá mais facilmente entender e definir fatores e problemas relacionados às áreas necessitando aplicação das técnicas de **forecasting**, sem envolver o alto custo da terceira opção.

Sendo esta a opção mais utilizada, apresentaremos em seguida um fluxograma básico para tal.

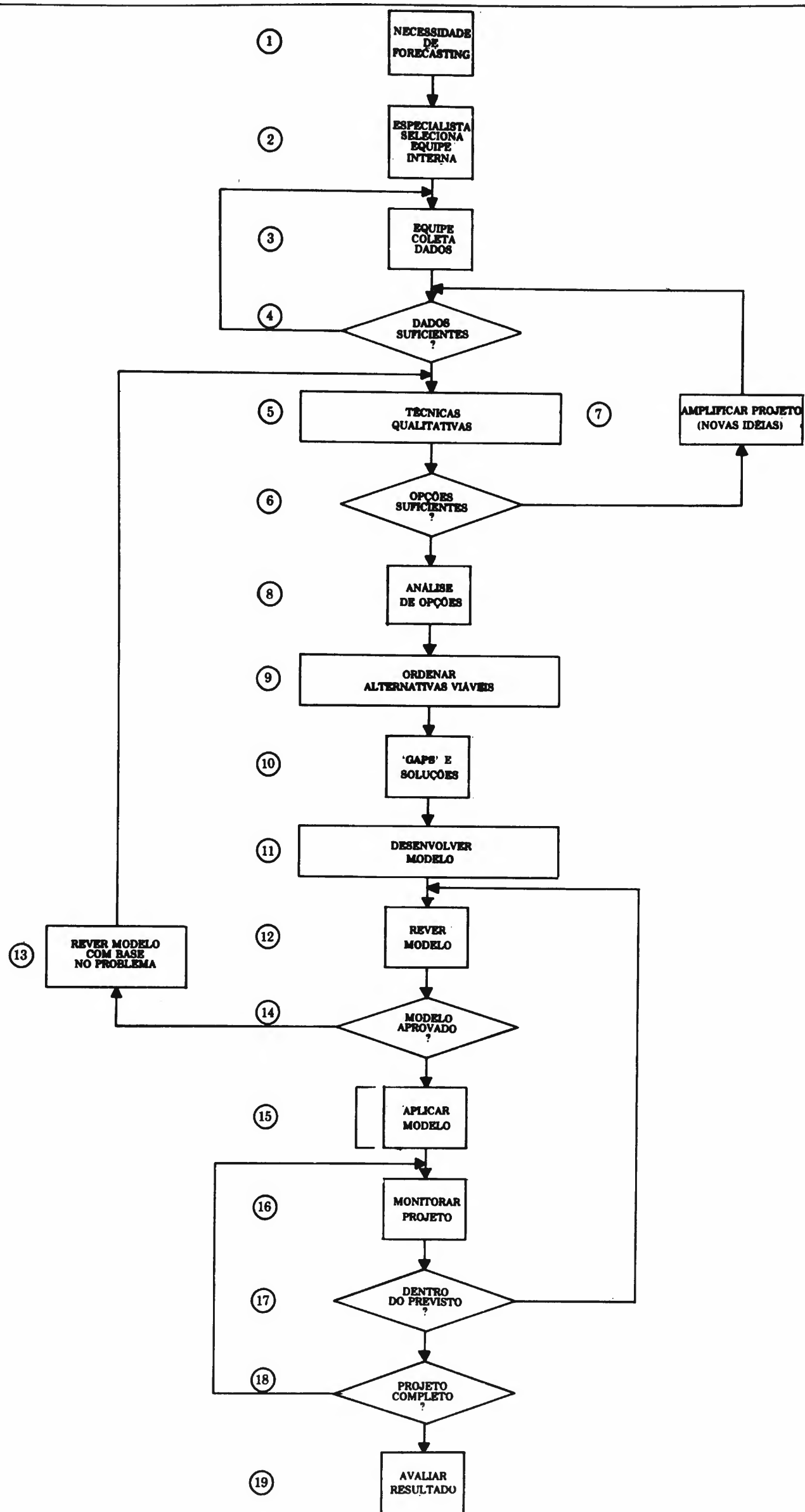


Figura 1 - FLUXOGRAMA DE FORECASTING

Fluxograma

Apresentamos este fluxograma simplificado de atividades para acompanhamento de um projeto de alta tecnologia, envolvendo aplicações de **forecasting**. Ressaltamos que o mesmo seria modificado de acordo com a situação envolvida, e que é aqui apresentado apenas para ilustrar a metodologia básica utilizada neste caso.

O fluxograma mostrado na fig. 1, é auto-explicativo, sendo que os elementos de forma retangular definem atividades que exigem maior aplicação de técnicas de "forecasting" que os de forma quadrada. Assim sendo, comentaremos apenas algumas etapas abaixo:

1. Decisão de implementar **forecasting** para solucionar/proteger um problema/projeto;
2. O especialista seleciona e prepara uma equipe da própria empresa para desenvolver e aplicar técnicas de **forecasting**;
3. A equipe coleta e organiza dados relacionados direta ou indiretamente com o problema e/ou situação;
5. A equipe começa aplicar técnicas qualificativas orientada pelo especialista externo;
9. A ordenação das idéias alternativas pode ser feita através da aplicação de matrizes binárias e de estruturação hierárquica (Silva, 1984);
10. Uma vez detectados os elementos de maior importância ou lacunas que tenham influência em alternativas ou etapas importantes, atenção deve ser dirigida para sua solução. Caso necessário, pode-se destacar problemas encontrados nesta fase para serem solucionados através das técnicas de **forecasting**, tratando-se então de um sub-problema específico dentro do problema principal cuja solução estamos perseguindo;
12. Para rever ou aprimorar o modelo, novas técnicas de **forecasting** são empregadas para validar o mesmo, utilizando-se aqui técnicas qualitativas, quantitativas, temporais e probabilísticas;
15. As melhores opções são então aplicadas ao caso real, estando a administração ciente quanto aos riscos, possibilidades, dificuldades etc;
16. O projeto é então monitorado ao longo do tempo de acordo com as previsões, sendo o modelo reformulado sempre que necessário de acordo com as

realimentações indicadas nesta e em outras etapas do fluxograma.

OBSERVAÇÕES FINAIS

As etapas acima exemplificam procedimentos que estão se tornando usuais em empresas de alta tecnologia na América do Norte, Europa e Japão, regiões onde os países se tornam gradativamente mais acostumados à aplicação de diferentes técnicas de **forecasting**, algumas das quais apresentadas neste trabalho.

Sendo aplicáveis a qualquer tipo de organização e/ou atividade, apresentam grandes vantagens para empresas relacionadas com alta tecnologia, uma vez que estas são de grande vulnerabilidade devido ao ritmo acelerado do processo tecnológico. Assim, **forecasting** é especialmente útil para a área de informática e telecomunicações, onde as empresas correm o risco de verem seus produtos e/ou serviços tornarem-se obsoletos, mesmo antes que a produção atinja seu ponto máximo devido à competitividade de concorrentes mais capazes de adaptarem-se à utilização de novas tecnologias. A ciência de **forecasting** vem então auxiliar essas organizações a passarem da fase industrial para a fase pós-industrial com maior margem de segurança e confiança no futuro.

As técnicas de **forecasting** trariam ainda grandes benefícios para países em desenvolvimento, devido ao fato de serem estes os países mais sujeitos a modificações estruturais grandes, em virtude de maior dinâmica causada por relativa instabilidade política e social. É um paradoxo lamentável que estes países ainda em desenvolvimento, que muito poderiam se beneficiar desta nova ferramenta para avançar em seu caminho para o desenvolvimento, fazendo uso, entre outras técnicas, de analogias relacionando situações correntes em seus países, com situações similares já ocorridas anteriormente em outros países, são justamente aqueles que desconhecem as vantagens das técnicas de **forecasting**.

Forecasting se apresenta hoje como a ciência que vem auxiliar administradores e executivos na preparação de sua organização para o futuro. Como vimos, através de suas técnicas, é possível fazer-se previsões e/ou planejamentos de médio e longo prazo. Assim, cabe aos dirigentes tanto de organizações públicas quanto privadas, aceitarem o desafio do futuro, capacitando seu pessoal com o conhecimento dessas novas técnicas que torna-los-ão mais aptos para enfrentarem os desafios da era da informação.

BIBLIOGRAFIA

BOESCH, W. *Technological forecasting in practice*. Edited by Blohm & Steinbuck. Saxon House, 1973, p. 36-38.
CHEN, K. Information technology in developing countries. *Systems Research Journal* 1(1), Pergamon Press, 1984.

DERIAN, J. & M. F. Delphi in the Assessment of Research and Development Projects. *Futures* Vol. 5 oct. 1973.
DOBROV, G. M. - *Systems assessment of new technology for decision-making in government and industry*.

IIASA paper, Luxemburg, Austria, 1977.

EMBRATEL, Serviço Cirandão-Descrição E.S. COM 001 Maio/84.

FORRESTER, Jay W. *Industrial dynamics* - MIT Press, 1961.

- HOUSE, R.** A morphology of technological innovation as a process. *Proceedings IEEE International Conference on Cybernetics and Society*, 1979.
- HOUSE, R.** Some Steps and approaches for conducting collective inquiries. *Proceedings IEEE International Conference on Cybernetics and Society*, 1979.
- HOUSE, R.** *Considerations for transferring technologies internationally*. Engineering Management International Elsevier Scientifique Publishing Company, 1982.
- HOUSE, R. & W. Silva** Brazil's experience in transferring microelectronics technology, in *Technology, International Stability and Growth* editado por S. Basheer Ahmed and Alice Ahmed. Port Washington: Associated Faculty Press, 1984.
- JONES, H. & B. Twiss** *Forecasting technology for planning decisions* PBI-Petrocelli Books, 1978.
- LINSTONE, H. & T. M** *The Delphi method: techniques and applications* Addison. Wesley, 1975.
- MAHON, P.C.** *Mission communications* - Bell Laboratories, NJ, 1975.
- MARTINO, J.** - *Technological forecasting for decision making*. Elsevier, 1972.
- MASUDA, Y.** *The information society*. Bethesda, World Future Society, 1980.
- MEADOWS, D. H. & D. L.** - *The limits to growth*. Potomac Associates, 1972.
- NAISBITT, J.** *Megatrends*. New York, Warner Books, 1982.
- NAISBITT, J.** - Computer trends. *IEEE Spectrum* November 1983, p. 110.
- O'CONNOR, W. J.** - A methodology for analogies. *Journal of Technological Forecasting and Social Change* vol. 2, 1971.
- SILVA, W. S. (A) & R. House** Structural models for transferring microelectronics technology to Brazil. *VIII Simpósio Nacional de Pesquisa em Administração de Ciência e Tecnologia* São Paulo, 1983.
- SILVA, W. S. (B)** *The microelectronics industry: analysis and development of structural models*. Ph.D. Dissertation: Vanderbilt University USA, 1983.
- SILVA, W. S. (C) & R. Silva** - The personal computer industry: a policy for computer education and market generation. *Proceedings of 21st Southeast Region ACM Conference*, 1983.
- SILVA, W. S. (D) & R. Nash** A model to aid in creating microelectronics production in developing countries. *IEEE Conference*. Dayton, November 1983.
- SILVA, W. S. (E) & K. Kawamura** On developing the microelectronics industry: a systems approach. *Systems Research Journal* 1(1), Pergamon Press, 1984.
- SILVA, W. S. (F)** A structural model for the development of the microelectronics industry. *Proceedings of IEEE Southeastern Conference*, 1984.
- SILVA, W. S. (G)** Strategies for effective management of engineers and technical personnel. *Proceedings of American Society for Engineering Management Conference*, 1983.
- TOFFLER, A.** - *Future Shock*. NY, Random House, 1970.
- TOFFLER, A.** *The third wave*, NY, Morrow, 1980.
- TILTON, J.** *International diffusion of technology: the case of semi-conductors*. The Brookings Institution, 1971.
- US Government Printing Office** *Global 2000 Report to the President* - Vols. I, II, III. Washington, DC., 1981.
- WARFIELD, J. N.** - *Societal Systems: planning, policy and complexity*. New York, Wiley, 1976.
- WOLFF, M; F. Mervin J. Kelly** Manager and motivator. *IEEE Spectrum* Dec., 1983.